

DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 16 AUG 2000  
WIPO PCT

# BREVET D'INVENTION

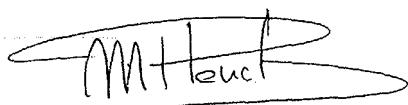
## CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

### COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 29 JUIN 2000

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets



Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIETE  
INDUSTRIELLE

SIEGE

26 bis, rue de Saint Petersbourg  
75800 PARIS Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04  
Télécopie : 01 42 93 59 30

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

Confirmation d'un dépôt par télécopie 

Cet imprimé est à remplir à l'encre noire en lettres capitales

Réservé à l'INPI

|                              |               |
|------------------------------|---------------|
| DATE DE REMISE DES PIÈCES    | 5 JUIL 1999   |
| N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL | 9908643       |
| DÉPARTEMENT DE DÉPÔT         | 75 INPI PARIS |
| DATE DE DÉPÔT                | 5 JUIL 1999   |

1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE  
À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE

CABINET BRUDER  
46, rue Decamps  
75116 PARIS

## 2 DEMANDE Nature du titre de propriété industrielle

brevet d'invention  demande divisionnaire



certificat d'utilité  transformation d'une demande de brevet européen

brevet d'invention

Établissement du rapport de recherche

différé  immédiat

Le demandeur, personne physique, requiert le paiement échelonné de la redevance

oui  non

Titre de l'invention (200 caractères maximum)

Dispositif d'asservissement d'une pièce à main dentaire  
à vibration ultrasonore.

code APE-NAF

## 3 DEMANDEUR (S) n° SIREN

Nom et prénoms (souligner le nom patronymique) ou dénomination

Forme juridique

SATELEC S.A.  
SOCIETE POUR LA CONCEPTION DES APPLICATIONS  
DES TECHNIQUES ELECTRONIQUES

Société Anonyme

Nationalité (s) Française

Adresse (s) complète (s)

Pays

Z.I. du Phare  
B.P. 216  
33708 MERIGNAC CEDEX

FRANCE

En cas d'insuffisance de place, poursuivre sur papier libre 

## 4 INVENTEUR (S) Les inventeurs sont les demandeurs

 oui non

Si la réponse est non, fournir une désignation séparée

## 5 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES

 requise pour la 1ère fois requise antérieurement au dépôt : joindre copie de la décision d'admission

## 6 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE

pays d'origine

numéro

date de dépôt

nature de la demande

## 7 DIVISIONS antérieures à la présente demande n°

date

n°

date

## 8 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE

(nom et qualité du signataire)

PUTROUX GUY  
Mandataire agréé  
n° 03-3025

SIGNATURE DU PRÉPOSÉ À LA RÉCEPTION

SIGNATURE APRÈS ENREGISTREMENT DE LA DEMANDE À L'INPI

**DIVISION ADMINISTRATIVE DES BREVETS**

26bis, rue de Saint-Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Tél. : 01 53 04 53 04 - Télécopie : 01 42 93 59 30

**BREVET D'INVENTION, CERTIFICAT D'UTILITÉ****DÉSIGNATION DE L'INVENTEUR**

(si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL

990 8643

STL-FR-22

**TITRE DE L'INVENTION :**

**Dispositif d'asservissement d'une pièce à main dentaire  
à vibration ultrasonore.**

**LE(S) SOUSSIGNÉ(S)**

**CABINET BRUDER**

**46, rue Decamps  
75116 PARIS**

DÉSIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) (indiquer nom, prénoms, adresse et souligner le nom patronymique) :

**CAPET Xavier**

**4, allée du Rouquet  
33610 CESTAS GAZINET**

**CABRIGNAC Pascal**

**28, rue Bir-Hakeim  
33700 MERIGNAC**

**MARIAULLE Dominique**

**12, rue des Genêts  
33185 LE HAILLAN**

NOTA : A titre exceptionnel, le nom de l'inventeur peut être suivi de celui de la société à laquelle il appartient (société d'appartenance) lorsque celle-ci est différente de la société déposante ou titulaire.

Date et signature (s) du (des) demandeur (s) ou du mandataire

**Paris, le 5 juillet 1999**

**PUIROUX Guy**  
Mandataire agréé n° 95-5015

## DOCUMENT COMPORTANT DES MODIFICATIONS

| PAGE(S) DE LA DESCRIPTION OU DES REVENDICATIONS<br>OU PLANCHE(S) DE DESSIN |              |            | R.M.* | DATE<br>DE LA<br>CORRESPONDANCE | TAMPON DATEUR<br>DU<br>CORRECTEUR |
|----------------------------------------------------------------------------|--------------|------------|-------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Modifiée(s)                                                                | Supprimée(s) | Ajoutée(s) |       |                                 |                                   |
| 10                                                                         | —            | —          | R.F.I | 16.09.99                        | 21 SEP. 1999 / J A B              |
|                                                                            |              |            |       |                                 |                                   |
|                                                                            |              |            |       |                                 |                                   |
|                                                                            |              |            |       |                                 |                                   |
|                                                                            |              |            |       |                                 |                                   |
|                                                                            |              |            |       |                                 |                                   |
|                                                                            |              |            |       |                                 |                                   |
|                                                                            |              |            |       |                                 |                                   |
|                                                                            |              |            |       |                                 |                                   |

Un changement apporté à la rédaction des revendications d'origine, sauf si celui-ci découle des dispositions de l'article R.612-36 du code de la Propriété Intellectuelle, est signalé par la mention «R.M.» (revendications modifiées).

La présente invention concerne un dispositif électronique d'asservissement pour pièce à main dentaire du type dans lequel la vibration d'un outil est obtenue au moyen d'un transducteur piézoélectrique.

On sait qu'un transducteur piézoélectrique générateur de vibrations ultrasonores est, dans la mesure du possible, utilisé à la résonance de façon à obtenir des amplitudes et une puissance des vibrations maximales. Lorsqu'un tel transducteur, auquel est couplé mécaniquement un outil, vient en contact au cours d'une phase de travail avec des tissus de natures différentes, c'est-à-dire des tissus durs, des tissus mous, avec ou non présence d'un liquide, il voit son circuit résonnant évoluer au cours du travail. On sait que dans une telle pièce à main la vitesse de vibration du transducteur est une fonction directe du courant électrique qui circule dans celui-ci et que l'effort nécessaire à cette vibration est une fonction directe de la tension d'alimentation aux bornes dudit transducteur. On comprend que si l'on souhaite faire fonctionner une pièce à main avec un rendement optimal, les vibrations du transducteur doivent correspondre à la résonance série de cette pièce à main et, en cours de travail, les conditions de fonctionnement doivent varier de façon à rester à la résonance.

Suivant l'invention on suivra la fréquence en observant le déphasage qui existe entre la tension et le courant fourni et en compensant électriquement la capacité intrinsèque du transducteur. Un tel circuit électrique se traduit à la résonance série par une impédance faible et un déphasage nul.

La présente invention a ainsi pour but de proposer un tel dispositif d'asservissement du transducteur piézoélectrique d'un générateur de vibrations pour pièce à main dentaire apte à fonctionner en permanence à la 5 fréquence de résonance série, et ce quelle que soit la nature des tissus sur laquelle l'outil équipant cette pièce à main est amené à intervenir.

La présente invention a ainsi pour objet un dispositif d'asservissement d'une pièce à main dentaire activée par un 10 générateur à ultrasons, comportant des moyens d'alimentation de fréquence donnée, caractérisé en ce que :

- il comporte deux circuits, à savoir un circuit de travail aux bornes duquel est relié le générateur à ultrasons, et un circuit de pilotage,

15 - le circuit de travail comporte une inductance en parallèle entre ses bornes de sortie,

- l'alimentation est apte à délivrer en sortie une tension en phase avec une tension qui lui est délivrée sur son entrée,

20 - le circuit de pilotage est constitué d'un transformateur d'intensité dont le primaire est disposé en série dans le circuit de travail et dont le secondaire forme, avec une capacité et une résistance qui lui sont associées un circuit RLC dont la tension aux bornes de la 25 résistance est envoyée à l'entrée de la susdite alimentation,

- le circuit de pilotage comporte des moyens permettant de faire varier la valeur de la capacité et/ou celle de la self du secondaire du transformateur d'intensité.

Préférentiellement le secondaire du transformateur d'intensité comporte un noyau mobile à l'intérieur de son enroulement apte à faire varier son inductance.

Les moyens d'alimentation seront reliés au circuit de travail, dans un mode de mise en oeuvre préférentiel, par l'intermédiaire d'un transformateur de tension dont les inductances du primaire et du secondaire seront élevées.

Dans un mode de mise en oeuvre intéressant de l'invention l'inductance disposée entre les bornes de sortie du circuit de travail sera telle qu'avec la capacité intrinsèque de la pièce à main et la résistance interne de celle-ci on forme un circuit RLC proche de la résonance.

On décrira ci-après à titre d'exemple non limitatif une forme d'exécution de la présente invention, en référence au dessin annexé sur lequel :

La figure 1 est une vue schématique d'un dispositif de suivi en fréquence suivant l'invention.

La figure 2 est un schéma représentant les déphasages entre courant et intensité dans un circuit du type de celui représenté sur la figure 1.

La figure 3 est une courbe représentant la variation du déphasage entre courant et tension dans un circuit suivant l'invention en fonction d'un multiple de la fréquence.

La figure 4 est une courbe représentant les variations respectives en fonction de la fréquence, de la puissance fournie à une pièce à main spécifique et du déphasage entre courant et intensité correspondant.

L'oscillateur de suivi en fréquence représenté sur la figure 1 est essentiellement constitué d'une alimentation 1

4

en mesure de générer entre ses deux bornes de sortie A et B une tension  $V_p$  qui alimente le primaire 3 d'un transformateur de tension  $T_1$ . L'une des bornes C du secondaire 4 de ce transformateur est reliée à une sortie S1 5 du circuit à laquelle vient se connecter une entrée  $E_1$  d'une pièce à main 5. L'autre borne D de ce même secondaire 4 est reliée à l'autre sortie S2 du circuit avec interposition du primaire 7 d'un transformateur de courant  $T_2$ . La seconde entrée  $E_2$  de la pièce à main 5 vient se relier à la borne 10 S2. Une inductance 9 de valeur  $L_s$  est disposée en parallèle entre les bornes d'entrée  $E_1$  et  $E_2$  de la pièce main 5.

Ainsi que représenté sur la figure 1 le secondaire 11 du transformateur d'intensité  $T_2$  est disposé en série avec une capacité 13 de valeur  $C_2$  et une résistance 15 de valeur 15  $R_2$ , cette dernière représentant les résistances parasites du circuit RLC ainsi formé.

Les bornes G et H de la résistance 15 sont réunies à des bornes d'entrée IJ de l'alimentation 1.

On a ainsi deux circuits à savoir un circuit de travail 20 qui commande la pièce à main 5 et un circuit de pilotage constitué par le circuit RLC.

L'alimentation 1 est constituée de façon que la tension  $V_p$  produite sur ses bornes de sortie A,B soit en phase avec la tension  $V_r$  existant entre ses bornes d'entrées I et J.

25 Dans ces conditions ainsi que représenté sur le schéma de la figure 2, pour que l'oscillateur constitué par la self 11, la capacité 13 et la résistance 15 entre en oscillation, il est nécessaire que le signal de tension  $V_r$  recueilli aux bornes de la résistance  $R_2$  se trouve en phase avec  $V_s$ ,

condition qui se réalisera si  $\phi_2 = -\phi_1$ . En effet  $\phi_2$  et  $\phi_1$  représentent le déphasage entre tension et intensité respectivement dans le circuit oscillant de pilotage RLC et dans le circuit de travail commandant les vibrations de la 5 pièce à main 5.

Si l'on exprime la tension  $V_r$  existant entre les bornes d'entrée I et J de l'alimentation 1 en fonction du courant  $I_1$  circulant dans le primaire 7 du transformateur T2 on notera que le courant  $I_1$  est en retard de  $\phi_1$  par rapport à 10 la tension  $V_s$  (ou à la tension  $V_p$ ), et que la tension  $V_r$  est en phase avec le courant  $I_2$ .

Si l'on tient compte des équations du transformateur on obtiendra, en utilisant la notation mathématique complexe :

15

$$V_1 = Z_1 I_1 + j\mu\omega I_2 \text{ avec } Z_1 = jL_1\omega \quad (1)$$

$$0 = Z_2 I_2 + j\mu\omega I_1 \text{ avec } Z_2 = R_2 + j(L_2\omega - 1/C_2\omega) \quad (2)$$

20  $\mu$  représentant le coefficient d'inductance mutuelle de l'un des enroulements du transformateur sur l'autre enroulement.

De façon connue, le transformateur T2 étant un transformateur d'intensité, on peut négliger l'influence de l'enroulement secondaire sur l'enroulement primaire si bien que l'expression  $j\mu\omega I_2 = 0$  et, de l'équation (1), on tire 25 la valeur de  $I_1$  soit :

$$I_1 = V_1 / jL_1\omega = -jV_1 / L_1\omega$$

En reportant cette valeur dans l'équation (2) on obtient l'expression du courant  $I_1$  dans le circuit de travail en fonction du courant  $I_2$  dans le circuit RLC soit :

$$I_1 = 1/m\omega (1/C_2\omega - L_2\omega + jR_2) I_2$$

5 Dans ces conditions le déphasage du courant  $I_2$  par rapport au courant  $I_1$  sera :

$$\operatorname{tg}\phi_2 = R_2/\omega / (1/C_2\omega - L_2\omega) = R_2C_2\omega / 1 - L_2C_2\omega^2 \quad (3)$$

10 Dans ces conditions, comme mentionné précédemment, il y aura oscillation si  $\phi_2 = -\phi_1$  ou  $\operatorname{tg}\phi_2 = -\operatorname{tg}\phi_1$ , soit à partir de l'équation (3) :

$$R_2C_2\omega / 1 - L_2C_2\omega^2 = -\operatorname{tg}\phi_1 \quad (4)$$

On a représenté sur la figure 3 la variation de la valeur de  $\operatorname{tg}\phi_1$  en fonction de la valeur de  $\omega$  qui représente la fréquence de vibration, à la valeur de  $2\pi$  près ( $\omega = 2\pi N$ )

15 On remarquera que, sans pièce à main, la charge de l'oscillateur dans le circuit de travail se réduit à la valeur de l'inductance  $L_s$  disposée en parallèle entre les bornes de sortie  $S_1$  et  $S_2$  du circuit. Par ailleurs si on désigne par  $R_s$  la résistance interne de l'oscillateur le 20 déphasage du courant  $I_1$  par rapport à  $V_s$  s'exprime par l'expression :

$$\operatorname{tg}\phi = L_s/R_s$$

La condition d'oscillation  $\operatorname{tg}\phi_2 = -\operatorname{tg}\phi_1$  devient alors :

$$25 \quad R_2C_2\omega / (1 - L_2C_2\omega^2) = -L_s\omega_s/R_s$$

$$\text{soit } \omega^2 = (L_s + R_s R_2 C_2) / (L_s L_2 C_2) \quad (5)$$

En jouant sur les valeurs de  $L_2$  de l'enroulement du secondaire 11 du transformateur  $T_2$  et/ou la valeur  $C_2$  du condensateur 13 on peut donc ajuster la fréquence de l'oscillateur à vide si bien que l'on modifie la courbe 5 d'accrochage représentée sur la figure 3.

Dans la pratique  $R_2$  représente les résistances parasites du circuit et on conservera  $C_2$  constant.

Pour chaque appareil d'une série donnée il suffira alors de faire varier la valeur  $L_2$  du secondaire 11 du 10 transformateur  $T_2$  jusqu'à ce que la tension  $T_1$  soit en phase avec le courant  $I_1$  circulant dans le circuit.

L'appareil sera alors étalonné et l'oscillateur « s'accrochera » sur la charge inductive de retard  $L_s$ .

Par ailleurs on dispose, ainsi que représenté sur la 15 figure 4, d'une courbe représentant la variation de la puissance aux bornes  $E_1$ ,  $E_2$  de la pièce à main 5 ainsi que la valeur du déphasage entre courant et intensité aux bornes de celle-ci. Chaque type de pièce à main 5 pourvue d'un outil déterminé possédera ainsi une courbe de ce type.

20 On constate, sur l'exemple de la figure 4, que la puissance est maximale et que le déphasage est nul pour une fréquence aux environs de 30 kHz. Cette valeur reportée au point X sur le schéma de la figure 3 montre que le réglage du circuit RLC est correct puisque la valeur de  $\tan\phi_1$  pour 25 cette fréquence est proche de 0.

On sait, bien entendu, qu'au cours du fonctionnement de la pièce à main, la valeur de la fréquence pour laquelle on obtient une vibration maximale à déphasage nul varie en fonction d'une part de la nature physique de la pièce à main

mais également en fonction de l'état de surface de la matière à traiter. Pour une pièce à main et un outil donné on obtiendra donc deux fréquences extrêmes  $N_1$  et  $N_2$  correspondant à un travail de l'outil sur des tissus mous et 5 des éléments plus durs, auxquelles correspondront des valeurs  $X_1$  et  $X_2$  de  $\omega$ , ainsi que représenté sur la figure

3.

On a constaté qu'en général la fréquence  $N$  se situait aux environs de 30 kHz. Dans ces conditions on fera en sorte 10 de procéder à un réglage à vide de chaque circuit produit (par réglage par exemple de la valeur de  $L_2$ ) de façon qu'en cours de travail les points  $X_1$  et  $X_2$  se trouvent bien dans des zones pour lesquelles  $\tan \varphi_1$  est proche de zéro, ainsi que représenté sur la figure 3.

15 La variation de l'inductance  $L_2$  pourra notamment être obtenue par déplacement d'un noyau au centre de la self 11.

REVENDICATIONS

1.- Dispositif d'asservissement d'une pièce à main dentaire (5) activée par un générateur à ultrasons, comportant des moyens d'alimentation (1), caractérisé en ce que :

- il comporte deux circuits, à savoir un circuit de travail aux bornes (S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>) duquel est relié le générateur à ultrasons, et un circuit de pilotage,

10 - le circuit de travail comporte une inductance (L<sub>s</sub>) en parallèle entre ses bornes de sortie (S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>),

- l'alimentation (1) est apte à délivrer en sortie (A,B) une tension (V<sub>s</sub>), en phase avec une tension qui lui est délivrée sur son entrée (I,J),

15 - le circuit de pilotage est constitué d'un transformateur d'intensité (T<sub>2</sub>), dont le primaire (7) est disposé en série dans le circuit de travail et dont le secondaire (11) forme, avec une capacité (13) et une résistance (15) qui lui sont associées, un circuit RLC dont 20 la tension aux bornes de la résistance (15) est envoyée à l'entrée de la susdite alimentation (1),

- le circuit de pilotage comporte des moyens permettant de faire varier la valeur de la capacité (13) et/ou celle de la self du secondaire (11) du transformateur (T<sub>2</sub>).

25 2.- Dispositif suivant la revendication 1 caractérisé en ce que le secondaire (11) du transformateur d'intensité (T<sub>2</sub>) comporte un noyau mobile à l'intérieur de son enroulement apte à faire varier son inductance (L<sub>2</sub>).

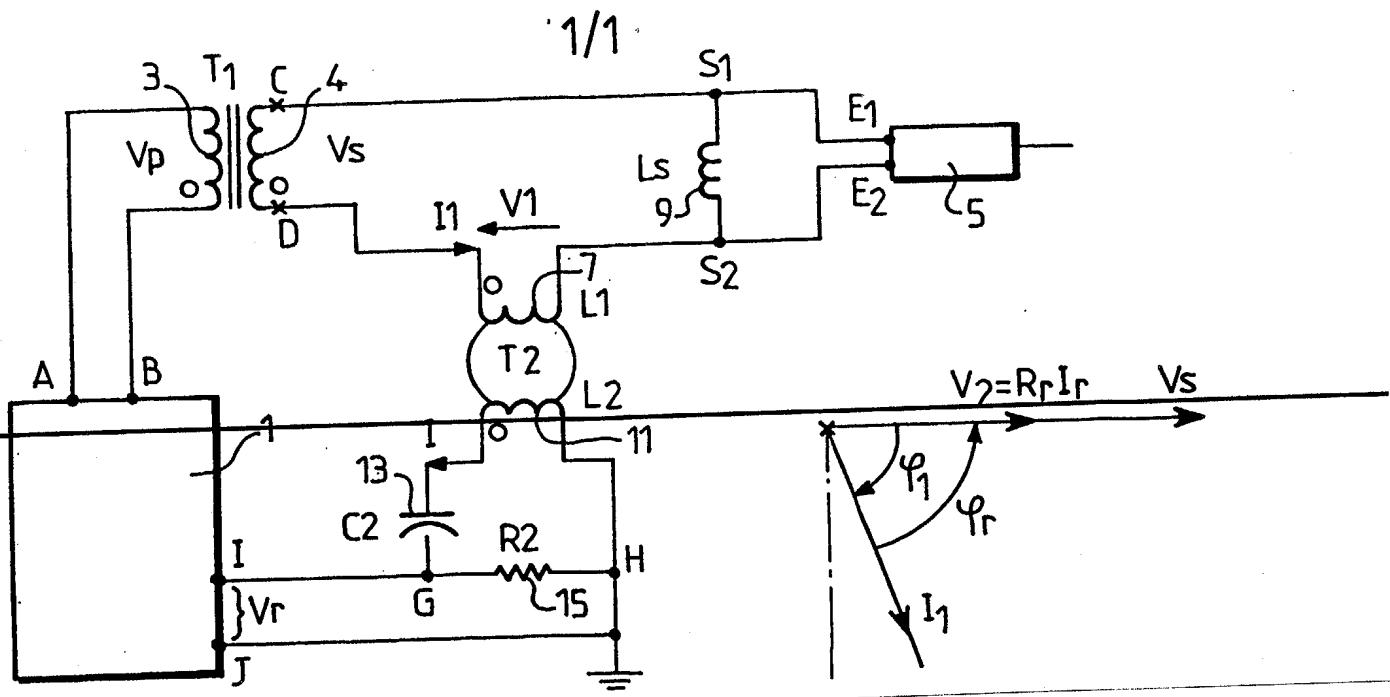
3.- Dispositif suivant l'une des revendications 1 ou 2 caractérisé en ce que les moyens d'alimentation (1) sont reliés au circuit de travail par l'intermédiaire d'un transformateur de tension ( $T_1$ ).

5 4.- Dispositif suivant la revendication 3 caractérisé en ce que les inductances du primaire et du secondaire du transformateur ( $T_1$ ) sont élevées.

5.- Dispositif suivant l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que l'inductance ( $L_s$ ) 10 disposée entre les bornes de sortie ( $S_1, S_2$ ) du circuit de travail est telle qu'avec la capacité intrinsèque de la pièce à main (5) et la résistance interne de celle-ci on forme un circuit RLC proche de la résonance.

3.- Dispositif suivant l'une des revendications 1 ou 2 caractérisé en ce que les moyens d'alimentation (1) sont reliés au circuit de travail par l'intermédiaire d'un transformateur de tension ( $T_1$ ).

5 4.- Dispositif suivant l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que l'inductance ( $L_s$ , disposée entre les bornes de sortie ( $S_1, S_2$ ), du circuit de travail est telle qu'avec la capacité intrinsèque de la pièce à main (5) et la résistance interne de celle-ci on forme un circuit RLC 10 proche de la résonance.



**FIG.1**

FIG.2

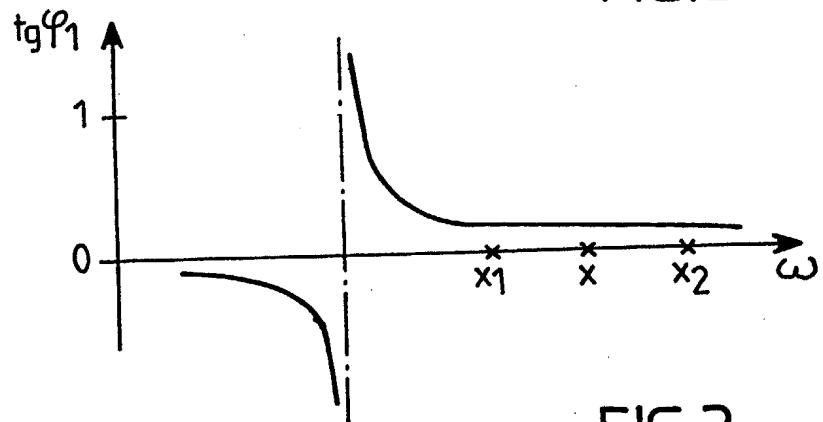


FIG.3

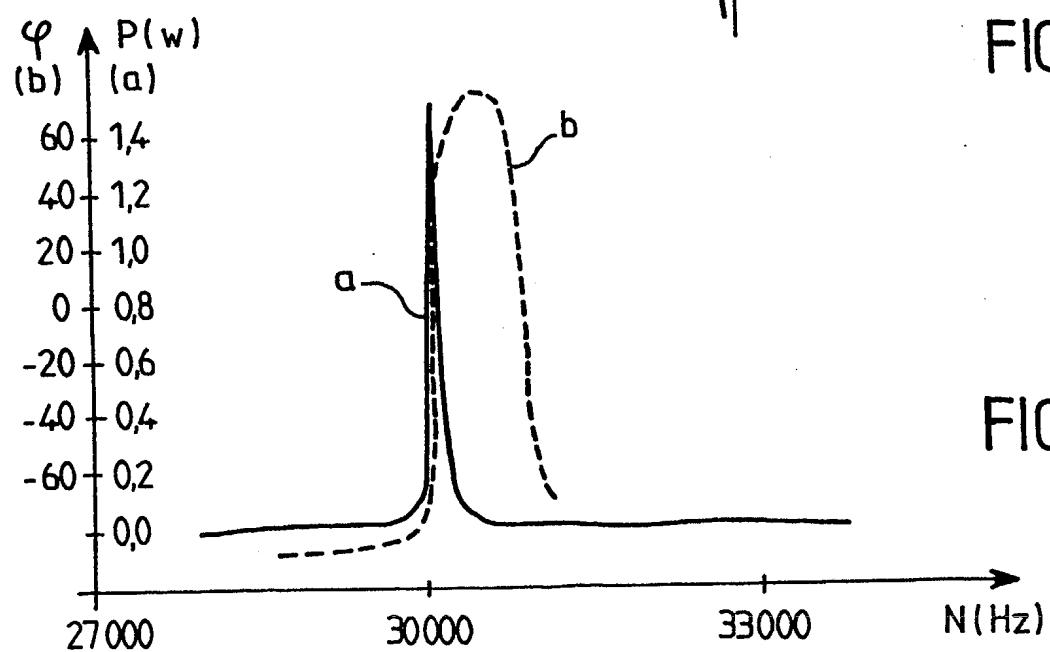


FIG.4